

Maunz 1967

R Andreadis

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Universitäts-Klinik für Hals-, Nasen-
und Ohren der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz -
(Direktor: Prof. Dr. H. Leicher)

Der "binaurale Click-Test"
zur Diagnose zerebraler Hörstörungen

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde der
Hohen Medizinischen Fakultät der
Johannes Gutenberg-Universität
zu Mainz

vorgelegt von
Konstantin Andreadis aus
KAWALARI/Thessaloniki
M a i n z 1966



Dekan : Professor Dr. Borneff
Referent : Professor Dr. Matzker
Korreferent : Professor Dr. Leicher

Tag der mündlichen Prüfung : 24. 2. 1967

Einleitung

Die Gehörreize werden eingeteilt in Töne, Klänge und Geräusche.

Töne sind gleichmäßige Sinus-Schwingungen. Sie sind durch eine bestimmte Höhe und durch eine bestimmte Stärke definiert. Die Höhe ist durch die Wellenlänge bzw. Frequenz, die Stärke durch die Amplitude der Schwingung bestimmt. Für die Angabe der Tonhöhe hatte man schon lange vor der Kenntnis der physikalischen Grundlagen der Schallempfindungen sprachliche und schriftliche Bezeichnungen (z.B. Buchstabenbezeichnung, Handzeichen, Notenschriften).

Bei gleichzeitigem Erklängen von mehreren Tönen entstehen Klänge und Geräusche. Von Klängen sprechen wir, wenn die verschiedenen Frequenzen in einem harmonischen Verhältnis zueinander stehen, wenn sie als konsonant empfunden werden. Dissonante Töne und unregelmäßige Schwingungen rufen zusammengehört Geräusche hervor. Dieses an sich subjektive Phänomen der Konsonanz und Dissonanz ist gut deutlich zu machen und zu verstehen durch die gleichzeitige oszillographische Aufzeichnung und Sichtbarmachung der verschiedenen Frequenzen, die miteinander gehört werden. Klänge sind somit Gesamteindruck aus einem Grundton und den zugehörigen harmonischen Obertönen. Häufig ist in einem Klang ein bestimmter Ton mit einer bestimmten Höhe und Stärke vorherrschend. Er erscheint uns in einer gewissen Klangfarbe, die vom allein gehörten Ton abweicht. Diese Klangfarbe beruht auf der Beimischung einer Reihe von anderen Tönen verschiedener - aber gleichbleibender - Höhe und Stärke. Wir empfinden z.B. deutlich den Unterschied zwischen dem Ton c, der auf einer Geige gespielt wird, oder dem gleichen Ton c, der auf einer Trompete geblasen wird, oder den man beim Anschlagen einer entsprechend gestimmten Glocke hört.

Geräusche sind ein beziehungsloses Gewirr verschiedener Frequenzen, die gleichzeitig auf das Gehörorgan auftreffen. Sie sind durch eine große Zahl nicht regelmäßig zusammenhängender oder zusammenklingender, in Intensität und Höhe wechselnder Schwingungen gekennzeichnet. Bei großer Intensität läßt sich die "Höhe" meist schwer feststellen. Auch in Geräuschen ist häufig unter der Fülle von Frequenzen ein "Grundton" vorherrschend. Bei systematischer Änderung von vorherrschenden Tönen und Klängen in einem Geräusch, z.B. beim Fallenlassen verschieden langer Holzstäbe, beim Einfließenlassen von Wasser in einen Krug oder in einem Standglas usw., vernachlässigt das Ohr die Unregelmäßigkeiten und hört das gleichartige Geräusch heraus.

Der Hörbereich des menschlichen Ohres wird durch Tonstärke und Tonhöhe bestimmt. Diese beiden Faktoren des Hörens wurden in den dieser Arbeit zugrunde liegenden Versuchen variiert. Diese Arbeit befaßt sich mit der Abgrenzung gewisser Unterschiede zwischen den akustischen Reizen auf beide Ohren, die eben noch eine Verschmelzung zu einem einheitlichen Hörbild gestatten, und die daher vom Hörenden nicht als different wahrgenommen werden. Die akustischen Reize des Alltages erfordern von jedem Menschen in mannigfachem Ausmaße das Zusammenhören verschiedener Rhythmen wie z.B. die gleichzeitigen Geräusche verschieden frequent laufender Motoren im Straßenverkehr, verschieden tickender Uhren im gleichen Raum oder das Klappern zahlreicher Schreibmaschinen im gleichen Büroraum. Wenn wir versuchen, diese verschiedenen Rhythmen gleichzeitig bewußt wahrzunehmen, so stellen wir fest, daß uns jeweils immer nur ein Rhythmus bewußt wahrnehmbar ist. Mit unseren Experimenten versuchten wir, die Möglichkeiten des gleichzeitigen bewußten Hörens zweier verschiedener Rhythmen zu erforschen, und zwar bei getrenntohriger Applikation dieser

Rhythmen. Mit getrenntohrig applizierten akustischen Reizen haben sich auch andere Autoren beschäftigt, wie die Untersuchungen von Feldmann (1) zeigen. Er benutzte die Sprache und bot Sätze und Einzelwörter verschiedenen Sinninhaltes den Ohren gleichzeitig - aber getrennt - an und registrierte, welche der beiden getrennten Informationen jeweils bevorzugt wahrgenommen wurde (2). Janheinz Jahn (zitiert nach Matzker) berichtete von einigen interessanten Unterschieden im Rhythmusempfinden zwischen dem europäischen und afrikanischen Tänzer.

Der europäische Tänzer bewege seinen Körper, gleich bei welchem Tanz, als geschlossene Einheit, also monorhythmisch. Der afrikanische Tänzer dagegen bewege seine Glieder nach polyrhythmischer Musik. Es erklingen zum Beispiel drei verschieden gestimmte Trommeln, von drei Männern in drei verschiedenen Rhythmen geschlagen. Der Tänzer richte dabei seine Schritte nach der mittleren, die Schultern nach dem Klang der tieferen und den Kopf nach dem der hohen Trommel. Der afrikanische Tänzer habe gelernt, das, was den europäischen Ohren als unbehagliche Wirrnis erscheint, zusammen- und auseinanderzuhören und die verschiedenen Körperteile nach den verschiedenen Schlagformen zu bewegen. Erst diese Polyzentrik ermögliche die Ekstase und mache die Differenziertheit so vieler afrikanischer Tänze aus. Beim Europäer scheint diese Fähigkeit, sich gleichzeitig aktiv und passiv zwei völlig verschiedenen Rhythmen zu widmen, zumindest nicht geübt und ausgebildet zu sein. Wir können höchstens in mehr oder weniger schneller Folge unsere Aufmerksamkeit vom einen zum zweiten, zum dritten und vierten Rhythmus überspringen lassen, niemals jedoch mit vollem Gewicht zugleich zwei oder gar mehr verschiedene Rhythmen bewußt verfolgen und in uns aufnehmen.

Im Gegensatz zu Jahn und Feldmann haben (3) Deatherage und seine Mitarbeiter, sowie (4) Harris

und (5) Guttman experimentelle Untersuchungen mit "Clicks" unternommen, die nur in ihrem akustischen Spektrum voneinander abwichen. Das erbrachte, dichotisch angeboten, gewisse Richtungswahrnehmungen.

Frau Hackländer (6) hat mit dem gleichen Testapparat wie wir 50 Probanden mit gesundem Gehör untersucht. Ihre Ergebnisse zeigten, daß sich das Zentralorgan vorwiegend nach der größeren Lautstärke orientiert; bei gleicher Lautstärke wird die höhere Click-Frequenz, also die größere Reiz-Quantität, bevorzugt wahrgenommen. Für unsere experimentellen Untersuchungen verwendeten wir "Clicks", akustisch-identische Geräusche, die keinen Informationsgehalt enthalten. Sie wurden in wechselnd unterschiedlicher Lautstärke und Häufigkeit pro Sekunde (Frequenz) beiden Ohren gleichzeitig angeboten.

Diese Versuchsanordnung machte es nun möglich, das Hören verschieden frequenter Reizwiederholungen oder "Reiz-Rhythmen" in den breiten Fächer der Untersuchungsmöglichkeiten des zentralen Hörorgans einzuführen, denn für die Hörwahrnehmung spielt der Rhythmus eine sehr entscheidende Rolle. Unsere Untersuchungen zielten darauf ab, die Art der Wahrnehmung beim getrenntohrigen Hören zweier verschiedener Reizrhythmen zu studieren, wobei uns besonders interessierte, in wie weit normalhörende Hirngesunde einerseits und Hirnkranken mit normalem Hörvermögen andererseits abweichende Ergebnisse zeigen. Zu diesem Zweck untersuchten wir 50 hirngesunde und 25 hirnkranken Personen, die beiderseits ein normales Hörvermögen zeigten.

E i g e n e U n t e r s u c h u n g e n

Unsere Untersuchungen wurden mit einem zweikanaligen Glimmröhren-Impulsgeber (+) durchgeführt, der die Möglichkeit bietet, auf beide Ohren getrennt regulierbare "Clicks" in beliebigen Rhythmen und beliebiger Lautstärke zu geben. Mit diesem Gerät wird über jeden Kanal ein "Click" erzeugt, der sich in gleichmäßigen Abständen wiederholt.

Die Click-Frequenz ist beliebig in sechs Stufen zwischen 2/sec. und 7/sec. veränderlich, die Lautstärke in 10 dB - Schritten von 0 bis minus 40 dB abschwächbar, Ausgangslautstärke absolut etwa 50 dB.

(Hersteller : Dtsch. Phonak Ges. Sapper und Co.,
Stuttgart.)

Die Untersuchung erfordert nur eine mäßige Konzentration vom Probanden. Die Voraussetzung für die Tauglichkeit des Probanden war, daß er auf beiden Ohren gleich gut hören konnte. Dies wurde vorher durch eine Hörprüfung (Audiometrie) festgestellt. Die Versuchspersonen wurden über Sinn und Ziel der Experimente aufgeklärt. Es wurden ihnen jeweils drei Aussagemöglichkeiten gegeben: Rechtshören, Linkshören und Hören in der Kopfmittle (d.h. auf beiden Ohren zugleich bzw. gleichstark). Als Click-Frequenzen wurden 5/sec., 6/sec. und 7/sec. benutzt sowie die Lautstärken null, minus zehn und minus zwanzig Dezibel.

Der Schallreiz wurde immer für 5 sec. angeboten, und die Antworten erfolgten meist innerhalb weniger Sekunden nach Beendigung der Beschallung. Die Einzelversuche wurden prompt und eindeutig beantwortet. Nach jeder sicheren Antwort wurde sofort eine neue Kombination eingestellt und geprüft. Aus den oben genannten drei Click-Frequenzen und drei Lautstärkegraden ergeben sich neun Kombinationsmöglichkeiten für jedes Ohr und insgesamt (Abb. 1).

Abbildung I

I	0	-10	-20	dB(Dezibel)
7	7 ⁻⁰	7 ⁻¹⁰	7 ⁻²⁰	
6	6 ⁻⁰	6 ⁻¹⁰	6 ⁻²⁰	
5	5 ⁻⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻²⁰	

f (Clicks/sec)

Bei den Untersuchungen wurden 3 Click-Frequenzen (f) und 3 Lautstärken (dB) angewandt. Daraus ergeben sich $3^2 = 9$ Kombinationsmöglichkeiten für die Beschallung eines Ohres allein.

$9 \times 9 = 81$ verschiedene Kombinationen bei Beschallung von rechtem und linkem Ohr. Wir benutzten das von Hackländer entwickelte Schema dieser 81 Kombinationen und prüften sie bei allen Versuchspersonen durch (Abb. 2).

Aus den 9 Kombinationsmöglichkeiten der Beschallung für jedes Ohr ergeben sich bei Beschallung beider Ohren gleichzeitig $9^2 = 81$ Kombinationen. Die Grundzahl gibt die Click-Frequenz an, die hochgeschriebene Zahl entspricht dem Dezibel-Wert der Lautstärke.

Alle 81 Kombinationen wurden wahllos durcheinander gewürfelt, um einen Gewöhnungseffekt auszuschließen (Abb. 2 a). Das Untersuchungsschema entspricht bis in Einzelheiten dem Vorgehen von Hackländer: somit lassen sich unsere Resultate mit den Ergebnissen Hackländers vergleichen.

Die Antwort wurde für jeden Einzelversuch im Schema vermerkt. Die volle Untersuchung einer Versuchsperson dauerte mindestens 45 Minuten, da die Durchtestung zweimal erfolgte. Es wurden insgesamt

		7 0	7-10	7-20	6 0	6-10	6-20	5 0	5-10	5-20	linkes Ohr
7 0	7 0	7 0	7-10	7-20	6 0	6-10	6-20	5 0	5-10	5-20	
	7 0	7 0	7 0	7 0	7 0	7 0	7 0	7 0	7 0	7 0	
7-10	7 0	7 0	7-10	7-20	6 0	6-10	6-20	5 0	5-10	5-20	
	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	
7-20	7 0	7-10	7-20	7-20	6 0	6-10	6-20	5 0	5-10	5-20	
	7-20	7-20	7-20	7-20	7-20	7-20	7-20	7-20	7-20	7-20	
6 0	7 0	7-10	7-20	7-20	6 0	6-10	6-20	5 0	5-10	5-20	
	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	
6-10	7 0	7-10	7-20	7-20	6 0	6-10	6-20	5 0	5-10	5-20	
	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	
6-20	7 0	7-10	7-20	7-20	6 0	6-10	6-20	5 0	5-10	5-20	
	6-20	6-20	6-20	6-20	6-20	6-20	6-20	6-20	6-20	6-20	
5 0	7 0	7-10	7-20	7-20	6 0	6-10	6-20	5 0	5-10	5-20	
	5 0	5 0	5 0	5 0	5 0	5 0	5 0	5 0	5 0	5 0	
5-10	7 0	7-10	7-20	7-20	6 0	6-10	6-20	5 0	5-10	5-20	
	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	
5-20	7 0	7-10	7-20	7-20	6 0	6-10	6-20	5 0	5-10	5-20	
	5-20	5-20	5-20	5-20	5-20	5-20	5-20	5-20	5-20	5-20	

rechtes
Ohr

- 7 -

Abbildung II (nach Hackländer)

50 normalhörende hirngesunde und 25 normalhörende hirnkrankte Versuchspersonen untersucht im Alter von 10 bis 60 Jahren, davon waren 49 männlich und 26 weiblich. Alle waren Rechtshänder. Die Hirnkranken waren ausschließlich Patienten mit einem durch neurologische Untersuchung, Angiographie, Encephalographie, Elektroencephalographie und nachfolgender Operation gesicherten Hirntumor. Die Lokalisation und die Art des Hirntumors waren für die Auswahl unseres Patientengutes für diese Untersuchungen ohne Belang.

	Alter	
1) Kraus Hilde	= 37	Oligodendrogliom
2) Richter Erwin	= 34	"
3) Schulzt Herbert	= 35	"
4) Weber Katharina	= 55	Kleinhirnbrücken-
5) Schmidt Anna	= 36	" tumor
6) Spiess Hans	= 40	Hypophysentumor
7) Borik Arnold	= 60	"
8) Wrensch Else	= 36	Astrocytom
9) Grüner Edgar	= 40	"
10) Schlag Edith	= 53	"
11) Alken Christina	= 26	"
12) Finkennauer Heinrich	= 56	"
13) Hartmann Ludwig	= 48	Meningiom
14) Heil Regina	= 28	"
15) Ziegler Brigitte	= 23	"
16) Ziesche H.	= 42	"
17) Lahme Loth.	= 23	Angiom
18) Deobald Johann	= 34	"
19) Gerstle G.	= 42	Aneurysma
20) Müller, Irmgard	= 39	"
21) Kopowski Hans	= 22	"
22) Schütz Michael	= 45	Craniopharyngiom
23) Werner Stoffel	= 30	Ependiom
24) Uhrig Rudolf	= 35	Glioblastom
25) Wintermayer W.	= 44	Chondrom

- - - - -

li.Ohr	6 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻⁰	6 ⁻⁰	7 ⁻¹⁰	6 ⁻²⁰	7 ⁻²⁰	5 ⁻¹⁰	7 ⁻²⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻⁰	7 ⁻¹⁰	5 ⁻⁰	7 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	7 ⁻¹⁰	7 ⁻¹⁰
re.Ohr	7 ⁻⁰	7 ⁻²⁰	6 ⁻¹⁰	6 ⁻²⁰	6 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	7 ⁻⁰	7 ⁻⁰	6 ⁻¹⁰	6 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻²⁰	7 ⁻¹⁰	7 ⁻¹⁰

I

li.Ohr	7 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	6 ⁻¹⁰	6 ⁻⁰	7 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	7 ⁻¹⁰	6 ⁻²⁰	6 ⁻¹⁰	7 ⁻⁰	5 ⁻⁰	6 ⁻²⁰	7 ⁻²⁰	7 ⁻¹⁰	6 ⁻²⁰	6 ⁻⁰	5 ⁻⁰	5 ⁻⁰
re.Ohr	6 ⁻⁰	7 ⁻⁰	7 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻²⁰	6 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	7 ⁻⁰	7 ⁻²⁰	7 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	6 ⁻⁰	6 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	5 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	7 ⁻²⁰	7 ⁻²⁰

II

li.Ohr	5 ⁻²⁰	7 ⁻¹⁰	6 ⁻¹⁰	7 ⁻²⁰	7 ⁻¹⁰	5 ⁻²⁰	5 ⁻⁰	6 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	7 ⁻⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	7 ⁻¹⁰	7 ⁻²⁰	5 ⁻¹⁰	6 ⁻²⁰	6 ⁻²⁰
re.Ohr	7 ⁻¹⁰	6 ⁻⁰	6 ⁻¹⁰	5 ⁻⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻²⁰	7 ⁻¹⁰	6 ⁻²⁰	6 ⁻²⁰	6 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻²⁰	6 ⁻²⁰	6 ⁻²⁰	7 ⁻¹⁰	7 ⁻¹⁰	5 ⁻⁰	5 ⁻⁰

III

li.Ohr	7 ⁻²⁰	6 ⁻⁰	5 ⁻¹⁰	6 ⁻⁰	5 ⁻⁰	6 ⁻⁰	5 ⁻²⁰	7 ⁻²⁰	6 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻⁰	6 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	5 ⁻²⁰	5 ⁻⁰	6 ⁻¹⁰	6 ⁻⁰	5 ⁻²⁰
re.Ohr	5 ⁻¹⁰	7 ⁻¹⁰	6 ⁻⁰	6 ⁻¹⁰	5 ⁻⁰	5 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	7 ⁻²⁰	6 ⁻²⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻¹⁰	7 ⁻²⁰	6 ⁻⁰	5 ⁻¹⁰	6 ⁻²⁰	5 ⁻¹⁰	5 ⁻⁰	6 ⁻²⁰

IV

li.Ohr	5 ⁻²⁰	6 ⁻⁰	5 ⁻²⁰	5 ⁻²⁰	7 ⁻⁰	5 ⁻²⁰	5 ⁻¹⁰	6 ⁻²⁰	7 ⁻¹⁰	7 ⁻¹⁰
re.Ohr	5 ⁻⁰	6 ⁻⁰	7 ⁻²⁰	6 ⁻⁰	5 ⁻⁰	6 ⁻¹⁰	6 ⁻²⁰	6 ⁻¹⁰	7 ⁻²⁰	7 ⁻²⁰

V

Name:.....

Geschlecht:.....

Alter:.....

Re.Händer:.....

Die 81 Beschallungs-Kombinationen wurden durcheinander gewürfelt, um Gewöhnungseffekte zu vermeiden. Nach dem obenstehenden Schema wurde jeder Proband zweimal beschallt, und die Ergebnisse wurden sofort nach Angabe des Untersuchten in das Schema eingetragen.

	7°	7-10	7-20	6°	6-10	6-20	5°	5-10	5-20
7°	0 48 2 7 15 3	0 3 47 0 15 10	2 0 48 1 9 15	1 4 45 8 14 3	2 6 42 2 16 7	1 2 47 0 8 17	1 2 47 7 8 10	1 3 46 2 8 15	0 0 50 2 4 19
7-10	46 4 0 11 14 0	1 48 1 4 20 1	0 2 48 0 18 7	4 0 2 12 10 3	0 8 42 3 19 3	0 2 48 2 7 16	45 1 4 18 7 0	6 0 44 2 6 17	1 2 47 1 6 18
7-20	47 3 0 17 6 2	46 4 0 11 12 2	2 47 1 3 16 6	49 1 0 18 5 2	43 4 3 4 18 3	2 2 46 2 19 4	47 2 1 17 6 2	45 1 4 7 16 2	1 3 46 3 7 15
6°	46 2 2 13 7 5	1 3 46 4 4 17	1 2 47 5 3 17	1 46 3 4 18 3	0 5 45 3 12 10	0 4 46 0 6 19	3 5 42 8 14 3	0 2 48 0 7 18	0 1 49 5 0 20
6-10	47 2 1 17 6 2	34 5 11 2 19 4	2 1 47 0 15 10	44 3 1 13 9 3	1 47 2 2 19 4	0 2 49 0 19 16	40 3 7 16 7 2	3 5 42 3 19 3	1 2 47 0 18 7
6-20	47 3 0 19 6 0	48 2 0 15 8 2	44 6 0 9 10 6	48 1 1 19 6 0	44 5 1 12 11 2	1 47 2 2 18 5	47 0 3 7 18 0	48 0 2 13 12 0	1 3 46 0 18 7
5°	45 0 5 16 7 2	3 1 46 6 2 17	0 2 48 6 0 19	44 2 4 8 3 44	1 2 47 4 6 15	0 2 48 0 9 16	1 46 3 3 19 3	2 3 45 6 5 14	0 3 47 2 3 20
5-10	47 2 1 19 6 0	45 5 0 12 10 3	1 4 45 3 8 14	47 3 0 19 6 0	44 4 2 4 18 3	0 4 46 0 16 9	45 4 1 17 7 1	1 46 3 3 17 5	2 4 44 0 10 15
5-20	45 3 2 20 5 0	48 2 0 17 6 2	46 3 1 7 16 2	47 3 0 18 7 0	48 2 0 14 9 2	44 4 2 6 15 3	47 3 0 16 7 2	43 6 1 7 17 1	2 45 3 5 17 3

linkes Ohr

Diese Tabelle zeigt die 81 Möglichkeiten der Beschallung eines jeden Probanden die Häufigkeiten der Lateralisation bei allen 75 Probanden. Von links nach rechts wurden die Beschallungskombinationen des rechten Ohres eingetragen, von oben nach unten die des linken Ohres. Die von den Probanden angegebenen Eindrücke wurden in die entsprechenden Kästchen eingetragen. Das große Kästchen für jede Beschallungs-Kombination wurde sechsmal unterteilt. Von links nach rechts zu lesen sind die Häufigkeiten der Linkslateralisation, des Mitteneindrucks und der Rechtslateralisation. Die drei oberen Zahlen jedes Kästchens stehen für die 50 Hirngesunden, die unteren drei für die 25 Hirnkranken.

Tabelle der Hirntumorpationen nach Art des Tumors

Diagnose	Anzahl der Patienten
1) Oligodendrogliom	3
2) Kleinhirnbrücken-Tumor	2
3) Hypophysen-Adenom	2
4) Astrocytom	5
5) Ependynom	1
6) Meningiom	4
7) Glioblastom	1
8) Chondrom	1
9) Angiome	2
10) Aneurysma	3
11) Craniopharyngiom	1
Summe	= 25

Probanden gegliedert nach Alter und Geschlecht

Alters- gruppe	Kranke		zusammen		Gesunde		zusammen	
	♂	♀		♂	♀		♂	♀
10-19	0	0	0	5	2	7		
20-29	2	3	5	9	5	14		
30-39	5	4	9	13	3	16		
40-49	6	1	7	1	4	5		
50-59	1	2	3	4	2	6		
60-69	1	0	1	2	0	2		
über 70	-	-	-	-	-	-		
Summe			25			50		

Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse beider Vergleichsgruppen - 25 Hirnkranken und 50 Hirngesunden - wurden nun nach verschiedenen sachlichen Gesichtspunkten gegliedert und einander gegenübergestellt. Die Vergleiche wurden unter Verwendung statistischer Testmethoden durchgeführt.

Die Ergebnisse:

1) Bei gleicher Click-Frequenz und gleicher Lautstärke auf beiden Ohren

Von den 81 verschiedenen Kombinationen gibt es neun, bei denen auf beiden Ohren Click-Frequenz und Lautstärke identisch sind (siehe die unterstrichenen Kästchen in Abb. 2). Zu erwarten wäre für diese 9 Kombinationen ein Mitteneindruck, d.h. gleichmäßiges Hören auf beiden Ohren. Die in 75 Einzeluntersuchungen gemachten Angaben wurden in Tabelle IV zusammengestellt. Daraus ist zu ersehen, daß bei hirngesunden Versuchspersonen die Clicks, wie erwartet, als Mitteneindruck wahrgenommen wurden, bei den Hirnkranken dagegen erscheint viel häufiger eine Lateralisation nach rechts oder links als bei den Hirngesunden. Statistisch wurde nun geprüft, ob die Häufigkeit des richtigen Mitteneindrucks bei Hirngesunden signifikant höher ist als bei Hirnkranken. Dazu wurden die Häufigkeiten des Mitteneindrucks und der fälschlichen Lateralisation (= Abweichung) bei hirngesunden und hirnkranken Probanden verglichen. Als Ergebnis hatten wir zunächst, wie die Tabelle III zeigt, bei den 9 Kombinationsmöglichkeiten mit gleicher Beschallung beider Ohren 9 Sechs-Feldertafeln mit unterschiedlicher Verteilung beim Gesunden und Kranken. Die Zahlen der Lateralisationen wurden zunächst zusammengefaßt und denen des richtigen Mitteneindrucks gegenübergestellt. Unter der Berücksichtigung der Randsummen wurden Erwartungswerte berechnet und dann durch Aufsummieren aller Beobachtungs- und Erwartungswerte in den 9 Vier-Felder-Tafeln eine standardisierte Vier-Felder-Tafel (Tabelle IV a) gewonnen.

Zur Prüfung der Frage, ob ein Unterschied in der Häufigkeit der Lateralisation zwischen Gesunden und Kranken vorliegt, wurde χ^2 -Test durchgeführt. Bezüglich der Begründung für die Anwendung dieses Testes wird auf die Fachliteratur verwiesen (sie-



he: Koller, S.: Statistische Auswertungsmethoden
in: Rauen "Biochemisches Taschenbuch" Berlin-
Göttingen-Heidelberg 1964 II.2A.)²

Die Formel lautet $x^2 = \sum_{i=1} \frac{(n_i - e_i)^2}{e_i}$ Dabei ist e_i

der Erwartungswert für die beobachtete Fallzahl n_i . Die Zahl der Freiheitsgrade beträgt in diesem Falle 1. Setzt man die Zahlen in die standardisierte Vier-Felder-Tafel ein, so erhält man

$$x^2 = \frac{(420 - 386)^2}{386} + \frac{(30 - 64)^2}{64} + \frac{(159 - 193)^2}{193} + \frac{(66 - 32)^2}{32}$$

Ergebnis: $x^2 = 63,15$

Der Tafelwert der Prüfgröße x^2 bei einem Freiheitsgrad und einer Irrtumswahrscheinlichkeit 0,1 % beträgt: $X^2(f=1, P=0,1\%) = 10,83$.

Der errechnete Wert übersteigt diesen Tafelwert bei weitem: Es besteht also ein hochsignifikanter Unterschied zwischen der Häufigkeit der fälschlichen Lateralisation bei Gesunden und Hirntumorfällen.

Tabelle Nr. IV

7^{-0}	7^{-0}	Mi.Eindr.	Abweichung	Summe	
Gesunde	42,0	48	8,0	2	50
Kranke	21,0	15	4,0	10	25
		63		12	75
7^{-20}	7^{-20}	Mi.Eindr.	Abweichung	Summe	
Gesunde	42,0	47	8,0	3	50
Kranke	21,0	16	4,0	9	25
		63		12	75
6^{-10}	6^{-10}	Mi.Eindr.	Abweichung	Summe	
Gesunde	44,0	47	6,0	3	50
Kranke	22,0	19	3,0	6	25
		66		9	75
5^{-0}	5^{-0}	Mi.Eindr.	Abweichung	Summe	
Gesunde	43,333	46	6,666	4	50
Kranke	21,666	19	3,333	6	25
		65		10	75
5^{-20}	5^{-20}	Mi.Eindr.	Abweichung	Summe	
Gesunde	41,333	45	8,666	5	50
Kranke	20,666	17	4,333	8	25
		62		13	75

7^{-10}	7^{-10}	Mi.Eindr.	Abweichung	Summe	
Ges.	45,333	48	4,666	2	50
Kranke	22,666	20	2,333	5	25
		68		7	75
6^{-0}	6^{-0}	Mi.Eindr.	Abweichung	Summe	
Ges.	42,666	46	7,333	4	50
Kranke	21,333	18	3,666	7	25
		64		11	75
6^{-20}	6^{-20}	Mi.Eindr.	Abweichung	Summe	
Ges.	43,333	47	6,666	3	50
Kranke	21,666	18	3,333	7	25
		65		10	75
5^{-10}	5^{-10}	Mi.Eindr.	Abweichung	Summe	
Ges.	42,0	46	8,0	4	50
Kranke	21,0	17	4,0	8	25
		63		12	75

Ergebnisse der Kombinationen gleicher Click-Frequenz und gleicher Schallstärke auf beiden Ohren. 75 normalhörende Probanden werden getestet (50 Hirngesunde und 25 Hirnkranken). Die Hirngesunden empfinden, wie zu erwarten ist, vorwiegend Mitteneindruck. Bei Hirnkranken ergeben sich häufige Abweichungen vom Mitteneindruck (Lateralisationen).

Standardisierungstafel der Tabelle Nr. IV

Tafel IV a

	Mit. Eindr.	Abweichung	Summe
Gesunde	420	386,0 30	64,0 450
Kranke	159	2,99 193,0 66	18,06 32,0 225
Summe	579	5,98 96	36,12 675
			$x^2 = 63,15$ =====

In der Standardisierungstafel IV a sind die 9 Kombinationen der Tabelle IV (erwartete Mitteneindrücke) zu einer 4-Felder-Tafel zusammengefaßt. Der errechnete x^2 -Wert von 63,15 erweist einen signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe der Gesunden und der Kranken.

2) Bei gleicher Click-Frequenz und verschiedener Lautstärke auf beiden Ohren

gibt es 18 verschiedene Kombinationen (siehe Tabelle V). Auffällig war bei diesen Kombinationen, daß bei Hirngesunden das lauter beschallte Ohr bevorzugt hört, unabhängig von der Click-Frequenz. Eine kleine Anzahl von Probanden (6,56 %) hörte nicht auf der Seite der größeren Lautstärke, sondern gab Mitteneindruck an. Auf der Seite des leiser gereizten Ohres wurde nur in seltenen Ausnahmefällen einmal bevorzugt gehört.

Während bei Hirngesunden das lauter beschallte Ohr bevorzugt wurde, wie oben zu ersehen ist, und wobei nur eine geringe Abweichung sich zeigt, tritt bei den Hirnkranken der Mitteneindruck in 39 % der Fälle und in 6 % falsche Lateralisation auf. Daraus ist zu ersehen, daß ein deutlicher Unterschied zu den Hirngesunden vorhanden ist.

Bei Differenzen von 10 Dezibel, z.B. in den Gruppen von 0 zu minus 10 dB und minus 10 zu minus 20 dB, gibt der Hirnkranke bevorzugt Mitteneindruck an, während die erwartete eindeutige Seitenbevorzugung des stärker gereizten Ohres geringer ist. Dagegen wird bei den Kombinationen mit Lautstärken von 0 dB und minus 20 dB zugunsten des um 20 dB lauter gereizten Ohres die erwartete Seitenbevorzugung festgestellt.

Tabelle Nr. V (Blatt 1)

$7^{00} 7^{10}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	46 38,0	4 12,0	50
Kranke	11 19,0	14 6,0	25
	57	18	75
$7^{10} 7^{20}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	46 38,0	4 12,0	50
Kranke	11 19,0	14 6,0	25
	57	18	75
$6^{00} 6^{20}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	48 44,666	2 5,333	50
Kranke	19 22,333	6 2,666	25
	67	8	75

$7^{00} 7^{20}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	47 42,666	3 7,333	50
Kranke	17 21,333	8 3,666	25
	64	11	75
$6^{00} 6^{10}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	46 39,333	4 10,666	50
Kranke	13 19,666	12 5,333	25
	59	16	75
$6^{10} 6^{20}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	44 37,333	6 12,666	50
Kranke	12 18,666	13 6,333	25
	56	19	75

Tabelle Nr. V (Blatt 2)

5^{-0}	5^{-10}	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	45	41,333	5	50
Kranke	17	20,666	8	25
	62		13	75

5^{-10}	5^{-20}	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	43	33,333	7	50
Kranke	7	16,666	18	25
	50		25	75

7^{-10}	7^{-20}	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	47	38,0	3	50
Kranke	10	19,0	15	25
	57		18	75

5^{-0}	5^{-20}	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	47	42,0	3	50
Kranke	16	21,0	9	25
	63		12	75

Die Tabelle Nr. V enthält die Ergebnisse der 18 Kombinationen mit gleicher Click-Frequenz (f) und verschiedener Lautstärke (dB) auf beiden Ohren.
(Diskussion siehe Ziffer 2)

7^{-20}	7^{-0}	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	48	42,0	2	50
Kranke	15	21,0	10	25
	63		12	75

Tabelle Nr. V (Blatt 3)

$7-20-10$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	48 36,666	2 13,333	50
Kranke	7 18,333	18 6,666	25
	55	20	75

$6-20-6-0$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	46 43,333	4 6,666	50
Kranke	19 21,666	6 3,333	25
	65	10	75

$5-10-5-0$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	45 39,333	5 10,666	50
Kranke	14 19,666	11 5,333	25
	59	16	75

$6-10-6-0$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	45 36,666	5 13,333	50
Kranke	10 18,333	15 6,666	25
	55	20	75

$6-20-6-10$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	48 42,666	2 7,333	50
Kranke	16 21,333	9 3,666	25
	64	11	75

$5-20-5-0$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	47 44,666	3 5,333	50
Kranke	20 22,333	5 2,666	25
	67	8	75

Tabelle Nr. V (Blatt 4)

	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	44 39,333	6 10,666	50
Kranke	15 19,666	10 5,333	25
	59	16	75

Standardisierungstafeln der Tabelle V

a) Standardisierungstafel der Kombinationen
mit zu erwartenden Linkseindrücken
(Tabelle V, Blatt 1)

	Linkseindruck	Abweichung	Summe
Gesunde	356,66 412 8,59	93,33 38 32,80	450
Kranke	178,33 123 17,16	46,66 102 65,63	225
Summe	535	140	675

$$x^2 = 124,18$$

=====

b) Standardisierungstafel der Kombinationen
mit zu erwartenden Rechtseindrücken
(Tabelle V, Blatt 2)

	Rechtseindruck	Abweichung	Summe
Gesunde	362,66	87,33	450
	418	32	
	8,44	35,06	
Kranke	181,33	43,66	225
	126	99	
	16,88	70,14	
Summe	544	131	675

$$x^2 = 130,52$$

=====

Standardisierung der gesamten Tabelle V

	Rechts u. Links Eindruck	Abweichung	Summe
Gesunde	719,33	180,66	900
	830	70	
	17,03	67,78	
Kranke	359,66	90,33	450
	249	201	
	34,05	135,59	
Summe	1079	271	1350

$$x^2 = 254,45$$

=====

Bezüglich der Auswertung der x^2 = Ergebnisse
gilt das auf Seite 15 Gesagte.

3) Bei verschiedenen Click-Frequenzen und gleicher Lautstärke

ergeben sich auch 10 Kombinationsmöglichkeiten auf beiden Ohren (siehe Tabelle VI). Das wesentlichste Ergebnis dieser Versuchsgruppe besteht in der Feststellung, daß sich das zentrale Hörorgan bei einem Angebot zweier verschiedener

Click-Frequenzen bei gleicher Lautstärke zwischen rechts und links zu entscheiden vermag: es kommt immer zum bevorzugten Hören auf der Seite, der die höhere Click-Frequenz (z.B. 5/sec. zu 6/sec. oder 5/sec. zu 7/sec.) angeboten wird. Bei abnehmenden Lautstärkegraden nimmt dieses richtige Lateralisationsvermögen allerdings ab, wie aus der Tabelle VI ersichtlich ist. Im Gegensatz zu den Hirngesunden zeigten die Hirnkranken ein gänzlich abweichendes Hören: Von den 18 genannten Kombinationen wurden nur bei fünf eine schwache Bevorzugung der höheren Frequenz angegeben, während bei 17 Patienten eine sehr deutliche Bevorzugung der Mitteneindrücke auftrat, dies vor allem bei den Lautstärken von minus 10 dB und minus 20 dB. Diese Kombinationen ergaben also für den Hirngesunden ein betontes Hören der höheren Click-Frequenz, während beim hirnkranke Patienten diese Fähigkeit weitgehend fehlte.

Tabelle VI (Blatt 1)

$7^{-0} 6^{-0}$ link.	Abweichung		Summe
Gesunde	46 39,333	4 10,666	50
Kranke	13 19,666	12 5,333	25
	59	16	75

$7^{-10} 6^{-10}$ link.	Abweichung		Summe
Gesunde	34 24,0	16 26,0	50
Kranke	2 12,0	23 13,0	25
	36	39	75

$7^{-20} 6^{-20}$ link.	Abweichung		Summe
Gesunde	44 35,333	6 14,666	50
Kranke	9 17,666	16 7,333	25
	53	22	75

$7^{-0} 5^{-0}$ link.	Abweichung		Summe
Gesunde	45 40,666	5 9,333	50
Kranke	16 20,333	9 4,666	25
	61	14	75

$7^{-10} 5^{-10}$ link.	Abweichung		Summe
Gesunde	45 38,0	5 12,0	50
Kranke	12 19,0	13 6,0	25
	57	18	75

$7^{-20}5^{-20}$ link.	Abweichung		Summe
Gesunde	46 35,333	4 14,666	50
Kranke	7 17,666	18 7,333	25
	53	22	75

Tabelle VI (Blatt 2)

6^0-5^0	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	44 34,666	6 15,333	50
Kranke	8 17,333	17 7,666	25
	52	23	75

$6^0-20^0-5^0$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	44 33,333	6 16,666	50
Kranke	6 16,666	19 8,333	25
	50	25	75

6^0-7^0	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	45 32,0	5 18,0	50
Kranke	3 16,0	22 9,0	25
	48	27	75

$7^0-10^0-10^0$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	44 32,0	6 18,0	50
Kranke	4 16,0	21 9,0	25
	48	27	75

Tabelle Nr. VI enthält die Ergebnisse der 18 Kombinationen mit verschiedenen Click-Frequenzen und gleicher Lautstärke auf beiden Ohren (Diskussion siehe Ziffer 3).

$6^0-10^0-10^0$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	42 30,0	8 20,0	50
	3 15,0	22 10,0	25
	45	30	75

Tabelle VI (Blatt 3)

$5-20$ $7-20$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	46 33,333	4 16,666	50
Kranke	4 16,666	21 8,333	25
	50	25	75

$5-0$ $6-10$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	42 30,0	8 20,0	50
Kranke	3 15,0	22 10,0	25
	45	30	75

$5-10$ $6-20$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	42 30,0	8 20,0	50
Kranke	3 15,0	22 10,0	25
	45	30	75

$5-0$ $7-20$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	47 38,0	3 12,0	50
Kranke	10 19,0	15 6,0	25
	57	18	75

$5-10$ $7-20$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	44 40,666	6 9,333	50
Kranke	17 20,333	8 4,666	25
	61	14	75

$5-20$ $7-20$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	46 40,666	4 9,333	50
Kranke	15 20,333	10 4,666	25
	61	14	75

Tabelle VI (Blatt 4)

5-20	6-20	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	46		4	50
	32,333		14,666	
Kranke	7		18	25
	17,666		7,333	
	3		22	75

Standardisierungstafeln der Tabelle VI

- a) Standardisierungstafel der Kombinationen
mit zu erwartenden Linkseindrücken
(Tabelle VI Blatt 1)

	Linkseindrücke	Abweichung	Summe
Gesunde	312,66 39%	137,33 58	450
Kranke	156,33 77	68,66 148	225
Summe	469	206	675

$$\bar{x} = \frac{2}{197,20}$$

- b) Standardisierungstafel der Kombinationen
mit zu erwartenden Rechtseindrücken
(Tabelle VI, Blatt 2)

	Rechtseindrücke	Abweichung	Summe
Gesunde	310,0 400 26,13	140,0 50 57,86	450
Kranke	155,0 65 52,26	70,0 160 115,71	225
Summe	465	210	675

$$\underline{\underline{x^2 = 251,96}}$$

- c) Standardisierungstafel der gesamten
Tabelle VI

	Rechts-u. Linkseindr.	Abweichung	Summe
Gesunde	622,66 792 46,05	277,33 108 103,39	900
Kranke	311,33 142 92,1	138,66 308 206,81	450
Summe	934	416	1350

$$\underline{\underline{x^2 = 448,26}}$$

Bezüglich der Auswertung der x^2 -Ergebnisse
gilt das auf Seite 16 Gesagte.

4) Bei unseren Untersuchungen mit verschiedenen Lautstärken bei verschiedenen Click-Frequenzen:

Beidohrig angeboten ergeben sich 36 verschiedene Kombinationen (siehe Tabelle VII). Folgende Befunde wurden dabei erhoben: hier wurde der richtige Seiteneindruck am eindeutigsten angegeben, wenn einem Ohr gleichzeitig die höhere Click-Frequenz und die größere Lautstärke angeboten wurde, vor allem dann, wenn die Click-Frequenz mit 7/sec. zu 5/sec. und die Lautstärke mit 0 zu minus 20 dB kontrastierten.

Die Hirnkranken zeigen in dieser 36 Kombinationen umfassenden Gruppe bei 9 Kombinationen dagegen viel mehr Mitteneindrücke, und zwar gehäuft in den Kombinationen mit einer Lautstärken-differenz von nur 10 dB.

Bei den übrigen 27 Kombinationen ist der richtige Seiteneindruck meistens 4 - 6 mal geringer als bei den hirngesunden Probanden. Diese eindeutige Abweichung läßt sich sehr gut graphisch und statistisch darstellen, wie es in der Tabelle III, VII im Anhang zu Tabelle VII und in den Standardisierungstafeln zu sehen ist.

Tabelle Nr. VII - Blatt 1

$7^{-0} 6^{-10}$ link.		Abweichung	Summe
Gesunde	47 42,666	3 7,333	50
Kranke	17 21,333	8 3,666	25
	64	11	75

$7^{-0} 5^{-10}$ link.		Abweichung	Summe
Gesunde	47 44,0	3 6,0	50
Kranke	19 22,0	6 3,0	25
	66	9	75

$7^{-10} 6^{-20}$ link.		Abweichung	Summe
Gesunde	48 42,0	2 8,0	50
Kranke	15 21,0	10 4,0	25
	63	12	75

$7^{-0} 6^{-20}$ link.		Abweichung	Summe
Gesunde	47 44,0	3 6,0	50
Kranke	19 22,0	6 3,0	25
	66	9	75

$7^{-0} 5^{-20}$ link.		Abweichung	Summe
Gesunde	45 43,333	5 6,666	50
Kranke	20 21,666	5 3,333	25
	65	10	75

$7^{-10} 5^{-20}$ link.		Abweichung	Summe
Gesunde	48 43,333	2 6,666	50
Kranke	17 21,666	8 3,333	25
	65	10	75

Tabelle Nr. VII - Blatt 2

$6^{-0} 7^{-10}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	48 40,0	2 10,0	50
Kranke	12 20,0	13 5,0	25
	60	15	75

$6^{-0} 5^{-10}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	47 44,0	3 6,0	50
Kranke	19 22,0	6 3,0	25
	66	9	75

$6^{-0} 7^{-20}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	49 44,666	1 5,333	50
Kranke	18 22,333	7 2,666	25
	67	8	75

$6^{-0} 5^{-20}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	47 43,333	3 6,666	50
Kranke	18 21,666	7 3,333	25
	65	10	75

Die Tabellen Nr. VII enthält die Ergebnisse der 36 Kombinationen mit verschiedenen Click-Frequenzen und unterschiedlichen Lautstärken auf beiden Ohren.

Tabelle VII, Blatt 1 und 2 enthalten die 18 Kombinationen mit zu erwartender Links-Lateralisation. (Diskussion siehe Ziffer 4)

Die Tabelle VII wird auf der nächsten Seite fortgesetzt.

Tabelle Nr. VII - Blatt 3

$6^{10} 7^{20}$ link.		Abweichung Summe	
Gesunde	43 31,333	7 18,666	50
Kranke	4 15,666	21 9,333	25
	47	28	75

$5^{10} 7^{10}$ link.		Abweichung Summe	
Gesunde	45 42,0	5 8,0	50
Kranke	18 21,0	7 4,0	25
	63	12	75

$5^{10} 6^{10}$ link.		Abweichung Summe	
Gesunde	40 37,333	10 12,666	50
Kranke	16 18,666	9 6,333	25
	56	19	75

$6^{10} 5^{20}$ link.		Abweichung Summe	
Gesunde	48 41,333	2 8,666	50
Kranke	14 20,666	11 4,333	25
	62	13	75

$5^{10} 7^{20}$ link.		Abweichung Summe	
Gesunde	47 42,666	3 7,333	50
Kranke	17 21,333	8 3,666	25
	64	11	75

$5^{10} 6^{20}$ link.		Abweichung Summe	
Gesunde	47 36,0	3 14,0	50
Kranke	7 18,0	18 7,0	25
	54	21	75

Tabelle Nr. VII - Blatt 3

$5^{-10} 7^{-20}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	45 34,666	5 15,333	50
Kranke	7 17,333	18 7,666	25
	52	23	75

$7^{-10} 6^{-0}$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	46 42,0	4 8,0	50
Kranke	17 21,0	8 4,0	25
	63	12	75

$7^{-20} 6^{-0}$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	47 42,666	3 7,333	50
Kranke	17 21,333	8 3,666	25
	64	11	75

$5^{-10} 6^{-20}$	link.	Abweichung	Summe
Gesunde	48 40,666	2 9,333	50
Kranke	13 20,333	12 4,666	25
	61	14	75

$7^{-10} 5^{-0}$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	46 42,0	4 8,0	50
Kranke	17 21,0	8 4,0	25
	63	12	75

$7^{-20} 6^{-10}$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	47 38,0	3 12,0	50
Kranke	10 19,0	15 6,0	25
	57	18	75

Tabelle Nr. VII - Blatt 4

$7-20-5$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	48 44,666	2 5,333	50
Kranke	19 22,333	6 2,666	25
	67	8	75

$6-10-7$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	42 32,666	8 17,333	50
Kranke	7 16,333	18 8,666	25
	49	26	75

$6-20-7$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	47 42,666	3 7,333	50
Kranke	17 21,333	8 3,666	25
	64	11	75

$7-20-10$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	45 39,333	5 10,666	50
Kranke	14 19,666	11 5,333	25
	59	16	75

$6-10-5$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	47 41,333	3 8,666	50
Kranke	15 20,666	10 4,333	25
	62	13	75

$6-20-10$	rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	48 42,666	2 7,333	50
Kranke	16 21,333	9 3,666	25
	64	11	75

Tabelle VII, Blatt 3, 4 und 5 enthalten die 18 Kombinationen mit zu erwartendem Rechtseindruck.

Tabelle Nr. VII - Blatt 5

$6-20-5-0$		rechts	Abweichung	Summe	$6-20-5-10$		rechts	Abweichung	Summe
Gesunde		48 42,666	2 7,333	50	Gesunde		46 36,666	4 13,333	50
Kranke		16 21,333	9 3,666	25	Kranke		9 18,333	16 6,666	25
		64	11	75			55	20	75
$5-10-7-0$		rechts	Abweichung	Summe	$5-10-6-0$		rechts	Abweichung	Summe
Gesunde		46 40,666	4 9,333	50	Gesunde		48 44,0	2 6,0	50
Kranke		15 20,333	10 4,666	25	Kranke		18 22,0	7 3,0	25
		61	14	75			66	9	75

Tabelle Nr. VII - Blatt 6

$5-20-7$		rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	50	46,0	0	50
Kranke	19	23,0	6	25
	69		6	75

$5-20-6$		rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	49	46,0	1	50
Kranke	20	23,0	5	25
	69		6	75

$5-20-7$		rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	47	43,333	3	50
Kranke	18	21,666	7	25
	65		10	75

$5-20-6$		rechts	Abweichung	Summe
Gesunde	47	36,0	3	50
Kranke	7	18,0	18	25
	54		21	75

Standardisierungstafeln der Tabelle Nr. VI

- a) Standardisierungstafel der Kombinationen mit zu erwartenden Linkseindrücken (Tabelle VII, Blatt 1 + 2)

	Linkseindrücke	Abweichung	Summe
Gesunde	737,33	162,66	900
	836	64	
	13,2	59,84	
Kranke	368,66	81,33	450
	270	180	
	26,4	119,71	
Summe	1106	244	1350

$$\underline{\underline{x^2 = 219,15}}$$

- b) Standardisierungstafel der Kombinationen mit zu erwartenden Rechtseindrücken (Tabelle VII, Blatt 3 + 4)

	Rechtseindrücke	Abweichung	Summe
Gesunde	743,33	156,66	900
	844	56	
	13,63	64,68	
Kranke	371,66	78,33	450
	271	179	
	27,26	129,38	
Summe	1115	235	1350

$$\underline{\underline{x^2 = 234,95}}$$

c) Standardisierungstafel der gesamten
Tabelle VII

	Links- und Rechtseindrücke	Abweichung	Summe
Gesunde	1480,66	319,33	1800
	1680	120	
	26,84	124,42	
Kranke	740,33	159,66	900
	541	359	
	53,67	248,88	
Summe	2221	479	2700

$$\underline{\underline{x^2 = 453,81}}$$

Für die Auswertung der x^2 - Ergebnisse
gilt das auf Seite 15 Gesagte.

Anhang zu Tabelle VII

Aufstellung der 27 Kombinationen, bei denen die richtige Lateralisation des Hirngesunden und des Hirnkranken geprüft werden soll, um darn mit-inander verglichen zu werden (die 9 Kombinationen mit eindeutigen Mitteneindruck werden hier nicht berücksichtigt).

$7-0-6-10$		richtige Lat.	Abwei-	%-Wert der	$7-0-6-20$		richtige Lat.	Abwei-	%-Wert der
		-links-	chung	Abweichung			-links-	chung	Abweichung
Gesunde	47		3	6	Gesunde	47		3	6
Kranke	17		8	32	Kranke	19		6	24
$7-0-5-10$		richtige Lat.	Abwei-	%-Wert der	$7-0-5-20$		richtige Lat.	Abwei-	%-Wert der
		-links-	chung	Abweichung			-links-	chung	Abweichung
Gesunde	47		3	6	Gesunde	45		5	10
Kranke	19		6	24	Kranke	20		5	20
$7-10-6-20$		richtige Lat.	Abwei-	%-Wert der	$7-10-5-20$		richtige Lat.	Abwei-	%-Wert der
		-links-	chung	Abweichung			-links-	chung	Abweichung
Gesunde	48		2	4	Gesunde	48		2	4
Kranke	15		10	40	Kranke	17		8	32

6^{0-7-10}	richtige Lat. -links-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	--	--	--
Kranke	--	--	--
6^{0-5-10}	richtige Lat. -links-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	47	3	6
Kranke	19	6	24
6^{0-7-20}	richtige Lat. -links-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	--	--	--
Kranke	--	--	--
5^{0-7-10}	richtige Lat. -links-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	45	5	10
Kranke	18	7	28

6^{0-7-20}	richtige Lat. -links-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	49	1	2
Kranke	18	7	28
6^{0-5-20}	richtige Lat. -links-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	47	3	6
Kranke	18	7	28
$6^{0-10-20}$	richtige Lat. -links-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	48	2	4
Kranke	14	11	44
5^{0-7-20}	richtige Lat. -links-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	47	3	6
Kranke	17	8	32

$5^{-0}6^{-10}$ richtige Lat. links-		Abweichung	$\%$ -Wert der Abweichung
Gesunde	40	10	20
Kranke	16	9	36
$5^{-10}6^{-20}$ richtige Lat. links-		Abweichung	$\%$ -Wert der Abweichung
Gesunde	—	—	—
Kranke	—	—	—

$5^{-0}6^{-20}$ richtige Lat. links-		Abweichung	$\%$ -Wert der Abweichung
Gesunde	—	—	—
Kranke	—	—	—
$5^{-10}6^{-20}$ richtige Lat. links-		Abweichung	$\%$ -Wert der Abweichung
Gesunde	—	—	—
Kranke	—	—	—

Die untereinanderstehenden Zahlen in der linken Reihe jedes Kästchens geben die zu erwartenden richtigen Lateralisationen an. Die in der Mitte stehenden Zahlen sind die Summen des Mitteneindrucks und der falschen Lateralisation in jeder Kombination.

Der $\%$ -Wert dieser Summe im Verhältnis zur richtigen Lateralisation wurde rechts ins Kästchen geschrieben.

$7^{-10}6^{-0}$ richtige Lat. rechts-		Abweichung	$\%$ -Wert der Abweichung
Gesunde	46	4	8
Kranke	17	8	32

$7^{-10}5^{-0}$ richtige Lat. rechts-		Abweichung	$\%$ -Wert der Abweichung
Gesunde	46	4	8
Kranke	17	8	32

$7^{20}6^{-0}$ richtige Lat. -rechts-		Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	47	3	6
Kranke	17	8	32
$7^{20}5^{-0}$ richtige Lat. -rechts-		Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	48	2	4
Kranke	19	6	24
$6^{10}7^{-0}$ richtige Lat. -rechts-		Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	--	--	--
Kranke	--	--	--
$6^{20}7^{-0}$ richtige Lat. -rechts-		Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	47	3	6
Kranke	17	8	32

$7^{20}6^{-10}$ richtige Lat. -rechts-		Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	--	--	--
Kranke	--	--	--
$7^{20}5^{-10}$ richtige Lat. -rechts-		Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	45	5	10
Kranke	14	11	44
$6^{10}5^{-0}$ richtige Lat. -rechts-		Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	47	3	6
Kranke	15	10	40
$6^{20}7^{-10}$ richtige Lat. -rechts-		Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	48	2	4
Kranke	16	9	36

$6^{20}5^{-0}$	richtige Lat. -rechts-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	48	2	4
Kranke	16	9	36
$5^{10}7^{-0}$	richtige Lat. -rechts-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	46	4	8
Kranke	15	10	40
$5^{20}7^{-0}$	richtige Lat. -rechts-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	50	0	0
Kranke	19	6	24
$5^{20}6^{-0}$	richtige Lat. -rechts-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	49	1	2
Kranke	20	5	20

$6^{20}5^{-10}$	richtige Lat. -rechts-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	---	---	---
Kranke	---	---	---
$5^{10}6^{-0}$	richtige Lat. -rechts-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	48	2	4
Kranke	18	7	28
$5^{20}7^{-10}$	richtige Lat. -rechts-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	47	3	6
Kranke	18	7	28
$5^{20}6^{-10}$	richtige Lat. -rechts-	Abwei- chung	%-Wert der Abweichung
Gesunde	---	---	---
Kranke	---	---	---

Die %-Zahlen werden zueinander ins Verhältnis gesetzt :

$$\begin{array}{l}
 \frac{6}{32} = \frac{1}{5} \quad \frac{6}{24} = \frac{1}{4} \quad \frac{10}{20} = \frac{1}{2} \quad \frac{4}{40} = \frac{1}{10} \quad \frac{4}{32} = \frac{1}{8} \quad \frac{2}{28} = \frac{1}{14} \quad \frac{6}{24} = \frac{1}{4} \quad \frac{6}{28} = \frac{1}{5} \\
 \frac{4}{44} = \frac{1}{11} \quad \frac{10}{28} = \frac{1}{3} \quad \frac{6}{32} = \frac{1}{5} \quad \frac{20}{36} = \frac{1}{2} \quad \frac{8}{32} = \frac{1}{4} \quad \frac{6}{32} = \frac{1}{5} \quad \frac{4}{24} = \frac{1}{6} \quad \frac{10}{44} = \frac{1}{4} \\
 \frac{6}{40} = \frac{1}{7} \quad \frac{6}{32} = \frac{1}{5} \quad \frac{4}{36} = \frac{1}{9} \quad \frac{8}{40} = \frac{1}{5} \quad \frac{4}{28} = \frac{1}{7} \quad \frac{0}{24} = \frac{1}{24} \quad \frac{6}{28} = \frac{1}{5} \quad \frac{2}{20} = \frac{1}{10}
 \end{array}$$

Auswertung der Verhältniszahlen:

Die nicht richtige Lateralisationsempfindung ist bei Hirnkranken x mal häufiger als bei Hirngesunden.

x	Anzahl der Kombinationen
1 - 2 mal	2
3 - 4 mal	7
5 - 6 mal	8
7 - 8 mal	3
9 - 10 mal	4
über 10 mal	3

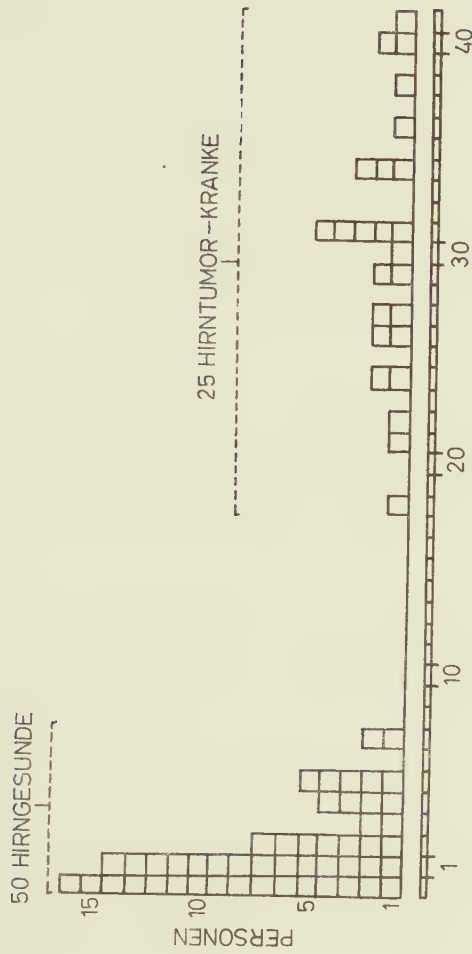
Wir können also sagen, daß der richtige Seiteneindruck bei Hirnkranken 4-6 mal (und darüber) geringer ist als bei Hirngesunden.

Vergleicht man die Testergebnisse von den 50 hirn- und hörgesunden Personen und den 25 Hirntumor-Patienten, so weisen die Kranken erhebliche - und keinesfalls mehr zufällige - Abweichungen auf (Abb. VIII).

Den Hirngesunden dagegen unterliefen im Höchsfalle 7 Fehler - 7 von ihnen machten 2, und bei nur 13 von den 50 Personen kam man zu Ergebnissen zwischen 3 und 7 Fehlern. (Durchschnitt 1,8 Fehler.)

Dagegen bewegen sich die Fehlerzahlen der 25 Hirntumorpatienten in weit höherer Region: 18 - 41 Fehler (Durchschnitt: 30).

Dieser Vergleich weist deutlich aus, daß die weit- aus meisten Fehler von den Tumorpatienten gemacht wurden.



Im Anhang zu Tabelle VII zeigt diese graphische Darstellung die Anzahl der nicht richtigen Lateralisationen (Abweichungen) bei Hirnkranken und Gesunden.

Zusammenfassung

Insgesamt wurden 75 - 50 hirngesunde und 25 hirnkranke Probanden untersucht, die über ein seitengleiches peripheres Gehör verfügten.

Dieses wurde durch eine elektroakustische Sprachgehörsprüfung, Stimmgabeluntersuchung und ein vollständiges Schwellenaudiogramm mit Luft- und Knochenleitung bei jedem Einzelnen nachgewiesen. Als Testgerät diente ein zweikanaliger Glimmröhren-Impulsgeber, der Click-Folgen in Frequenzen zwischen 2/Sec. und 7/Sec. und mit Lautstärken zwischen 10 und 50 dB in beliebigen Kombinationen in beide Ohren leitet.

Übereinstimmend zeigten die Normalfälle wesentlich klarere Seiteneindrücke als die Hirntumorph Patienten; diese bieten bei rechts gelegenen Hemisphärentumoren eindeutig mehr Linkseindrücke und beim links gelegenen Tumor mehr Rechtseindrücke.

Aus dem Ergebnis der durchgeführten binauralen Click-Test-Untersuchung ist klar ersichtlich, daß alle Tumorkranken ohne Ausnahme weit mehr Fehler machten als die Hirngesunden, die ausnahmslos bessere Testergebnisse erbrachten.

Eine genaue statistische Auswertung aller Einzelresultate für jede der 81 Kombinationen belegt die Signifikanz dieser Abweichungen.

Diese Auswertung erfolgte unter Anleitung und Aufsicht des Institutes für "Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz" (Direktor: Prof.Dr. KOLLER).

Literaturverzeichnis:

- 1) Feldmann, H:
Untersuchungen zur Diskrimination differenter
Schallbilder bei simultaner, monauraler und
binauraler Darbietung.
Arch. Ohr.- Na.- und Kehl.k.Heilk. 176, 601-
605 (1960)
- 2) Jahn, J.:
Afrika, der neue Partner in der Weltgeschichte.
Propyläen-Weltgeschichte, Summa historika,
S. 464 - Berlin
- 3) Deatherage, B.H.:
Binaural Interaction of clicks of Differens
Frequency Content.
J. acoust. Soc. Amer. 33, 139 - 145 (1961)
- 4) Harris, G.G.:
Binaural Interactions of Impulsive Stimuli and
Pure Tones.
J. acoust. Soc. Amer. 32, 685 - 692 (1960)
- 5) Guttmann, N.A.:
Mapping of Binaural Click Lateralisations.
J. acoust. Soc. Amer. 34, 87 - 92 (1962)
- 6) Hackländer, Chr.:
Getrenntohriges Hören verschieden frequenter
Click-Folgen.
Zeitschrift f. Laryng 45, 413 - 490 (1966)

Herrn Professor Dr.med. J. Matzker in der Hals-, Nasen- und Ohrenabteilung der Universität Mainz, danke ich verbindlichst dafür, daß er diese Arbeit angeregt und ihre Entwicklung mit großem Interesse verfolgt hat.

Herrn Professor Dr. Schürmann, Direktor der Neurochirurgischen Universitätsklinik Mainz, danke ich verbindlichst, insbesondere für die freundliche Überlassung der Patienten zur Untersuchung.

Herrn Dr. Horbach, Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Mainz hat mir in freundlicher Weise bei der statistischen Auswertung meiner Ergebnisse geholfen, wofür ich ihm meinen herzlichsten Dank ausspreche.

Lebenslauf

Als Sohn des Nikolaus Andreadis und seiner Ehefrau Polyxeni, geborene Liolios, wurde ich, Konstantinos Andreadis, am 26.5.1933 in Kavallari / Thessaloniki geboren, wo ich die ersten Jahre meiner Kindheit verbracht habe.

Nach der Volksschule besuchte ich das 6. Knabengymnasium zu Thessaloniki, von dem ich im September 1953 mein Abiturzeugnis erhalten habe.

Mein Medizinstudium begann ich im Jahre 1954.

Dabei studierte ich an den Universitäten in Konstantinopel, Wien, Mainz und Göttingen.

An der Universität in Göttingen bestand ich am 10. August 1965 die ärztliche Prüfung (Staatsexamen).

